

05. 7. 2004

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

REC'D 26 AUG 2004

WIPO

PCT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日  
Date of Application: 2 0 0 3 年 7 月 3 日

出 願 番 号  
Application Number: 特 願 2 0 0 3 - 1 9 1 0 6 6  
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 3 - 1 9 1 0 6 6]

出 願 人  
Applicant(s): 東洋通信機株式会社

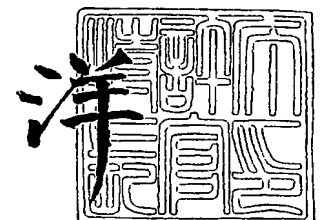
PRIORITY  
DOCUMENT

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1 (a) OR (b)

2 0 0 4 年 8 月 1 2 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

小 川



【書類名】 特許願

【整理番号】 TY03023

【あて先】 特許庁長官殿

【発明者】

    【住所又は居所】 神奈川県高座郡寒川町小谷二丁目 1 番 1 号  
                        東洋通信機株式会社内

    【氏名】 渡辺 潤

【特許出願人】

    【識別番号】 000003104

    【氏名又は名称】 東洋通信機株式会社

    【代表者】 吉川 英一

【代理人】

    【識別番号】 100085660

    【氏名又は名称】 鈴木 均

    【電話番号】 03-3380-7533

【手数料の表示】

    【予納台帳番号】 060613

    【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

    【物件名】 明細書 1

    【物件名】 図面 1

    【物件名】 要約書 1

    【包括委任状番号】 9000067

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 水晶式圧力センサ

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 絶縁材料から成る底板と、該底板の面上に順次積層された下部電極膜及び誘電体膜と、該誘電体膜と対向する位置に薄肉部を備えるとともに底板の面上に固定された検出片と、該薄肉部の少なくとも一部に形成され且つ下部電極膜と対向する位置関係にある上部電極膜と、を備え、該検出片の下面と該誘電体膜との間に微小ギャップの気密空間を備えた圧力センサにおいて、

前記検出片は、水晶材料から成ることを特徴とする水晶式圧力センサ。

【請求項 2】 絶縁材料から成る底板と、該底板の面上に積層された下部電極膜と、該下部電極膜と対向する位置に薄肉部を備えるとともに底板の面上に固定された検出片と、該薄肉部の少なくとも一部に形成され且つ下部電極膜と対向する位置関係にある上部電極膜と、を備え、該検出片の下面と該下部電極膜との間に微小ギャップの気密空間を備えた圧力センサにおいて、

前記検出片は、水晶材料から成ることを特徴とする水晶式圧力センサ。

【請求項 3】 前記気密空間は、前記検出片下面の一部に形成した凹陷部、或いは前記底板の面上に形成した凹所によって形成されることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の水晶式圧力センサ。

【請求項 4】 絶縁材料から成る底板の面上に順次積層された下部電極膜及び誘電体膜と、薄肉部及び該薄肉部を包囲する厚肉部から成る検出片と、該検出片の薄肉部下面の少なくとも一部に形成された上部電極膜と、を備え、該検出片の厚肉部下面を上部電極膜を介して絶縁板面上に密着固定することにより薄肉部と底板との間に微小ギャップの気密空間を形成した圧力センサにおいて、

前記検出片は、水晶材料から成ることを特徴とする水晶式圧力センサ。

【請求項 5】 前記底板は、水晶材料から成ることを特徴とする請求項 1 乃至 4 の何れか一項に記載の水晶式圧力センサ。

【請求項 6】 下部電極膜を兼ねる導体から成る底板の面上に積層された誘電体膜と、薄肉部及び該薄肉部を包囲する厚肉部から成る検出片と、該検出片の薄肉部の下面又は上面の少なくとも一部に形成された上部電極膜と、を備え、該

検出片の厚肉部下面を底板面上に密着固定することにより薄肉部と底板との間に微小ギャップから成る気密空間を形成した圧力センサにおいて、

前記検出片は、水晶材料から成ることを特徴とする水晶式圧力センサ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明はタッチモード容量型圧力センサの改良に関し、従来シリコン材料から構成されていた検出片を水晶板（AT板）にて構成することにより、信頼性を高めることを可能とした水晶式圧力センサに関する。

【0002】

【従来の技術】

自動車等の車両に装備されるタイヤの空気圧を圧力センサにより検出して異常発生時に警告を発するタイヤ圧モニタリングシステムが従来から知られている。

自動車等のゴムタイヤ内に装備されて空気圧を測定する空気圧センサとして、特開2001-174357公報には、セラミクスから成るダイヤフラムとセラミクスから成るベースとを接合し、両者間に形成される隙間内の静電容量変化を圧力に変換する技術が開示されている。しかし、セラミクスを検出片として使用した空気圧センサは、検出精度の点で問題があり改善が望まれている。

このような不具合を有さない空気圧センサとして、最近では図5に示すようにシリコン（Si）から成る検出片を用いたタッチモード容量型圧力センサが注目されている。この圧力センサは、ガラス板100上に電極膜101、誘電体薄膜102、電極膜103、及びシリコン製の検出片104を組み付けた構成を備えている。この圧力センサは、圧力によって検出片104の薄肉部（ダイヤフラム）104aが変形して誘電体薄膜102に直接接触することによって生じる静電容量変化を圧力検出に利用している。この種の空気圧センサは、例えば電学論E・123巻、2003年「タイヤ圧モニタリングシステム用タッチモード容量型圧力センサ」に開示されている。

【特許文献1】 特開2001-174357公報

【特許文献2】 特開平06-021740号公報

【非特許文献1】電学論E. 123巻、2003年「タイヤ圧モニタリングシステム用タッチモード容量型圧力センサ」

【0003】

【発明が解決しようとする課題】

シリコン製の検出片を用いた空気圧センサにあつては、シリコンウェハのダイヤモンドフラム104aの肉厚を3 $\mu$ m程度までエッチングによって薄く加工する必要があるばかりでなく、ダイヤモンドフラム104aと誘電体薄膜102との間のギャップを3 $\mu$ m程度の極小寸法に設定する必要がある。しかし、シリコンをエッチングする場合には厚みを正確にコントロールすることが難しく、この程度に微小な寸法レベルで高い精度を確保することが困難である。その結果、製造ばらつきが大きくなる。また、シリコン材料はQ値が高くないため、弾性変形の繰り返し再現性の点で問題がある。

本発明は、上記に鑑みてなされたものであり、タッチモード容量型圧力センサにおいて、従来、検出片を構成する素材として利用されたことが無く、しかもその有用性を当業者さえ気づくことがなかった素材である水晶（ATカット）を圧力センサの検出片として利用することにより、シリコン製の検出片を用いた圧力センサの欠点であつたエッチング精度が低いことによるダイヤモンドフラムの厚みコントロールの困難化、それによる検出精度の低下、及び弾性変形における繰り返し再現性の悪さ、を夫々解消することができる水晶式圧力センサを提供することを目的としている。

【0004】

【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するため、請求項1の発明は、絶縁材料から成る底板と、該底板の面上に順次積層された下部電極膜及び誘電体膜と、該誘電体膜と対向する位置に薄肉部を備えるとともに底板の面上に固定された検出片と、該薄肉部の少なくとも一部に形成され且つ下部電極膜と対向する位置関係にある上部電極膜と、を備え、該検出片の下面と該誘電体膜との間に微小ギャップの気密空間を備えた圧力センサにおいて、前記検出片は、水晶材料から成ることを特徴とする。

本発明では、検出片の材料として、従来使用されていたシリコンに代えて、水

晶を使用しているため、次のような優位性を有している。即ち、水晶はシリコンに比べて物性的に安定した素材であり、経年変化が少なく、機械変形による再現性が高い（ヒステリシスが少ない）。また、水晶によれば、ダイヤフラムとしての薄肉部 10 a の肉厚を厳密に管理することが容易であり、個片毎に薄肉部の肉厚差のない均一板厚のダイヤフラムを得ることができる。

請求項 2 の発明は、絶縁材料から成る底板と、該底板の面上に積層された下部電極膜と、該下部電極膜と対向する位置に薄肉部を備えるとともに底板の面上に固定された検出片と、該薄肉部の少なくとも一部に形成され且つ下部電極膜と対向する位置関係にある上部電極膜と、を備え、該検出片の下面と該下部電極膜との間に微小ギャップの密空間を備えた圧力センサにおいて、前記検出片は、水晶材料から成ることを特徴とする。

誘電体膜を用いずに本発明の圧力センサを構成することもできる。この場合には、検出片を構成する水晶の薄肉部が誘電体膜とダイヤフラムを兼ねることとなる。

#### 【0005】

請求項 3 の発明は、請求項 1 又は 2 において、前記気密空間は、前記検出片下面の一部に形成した凹陷部、或いは前記絶縁板の面上に形成した凹所によって形成されることを特徴とする。

気密空間は、薄肉部と底板との間に形成される微小ギャップであるが、この気密空間は検出片下面に形成した凹陷部、或いは底板に形成した凹所によって形成することができる。

請求項 4 の発明は、絶縁材料から成る底板の面上に順次積層された下部電極膜及び誘電体膜と、薄肉部及び該薄肉部を包囲する厚肉部から成る検出片と、該検出片の薄肉部下面の少なくとも一部に形成された上部電極膜と、を備え、該検出片の厚肉部下面を上部電極膜を介して絶縁板面上に密着固定することにより薄肉部と底板との間に微小ギャップの気密空間を形成した圧力センサにおいて、前記検出片は、水晶材料から成ることを特徴とする。

請求項 5 の発明は、請求項 1 乃至 4 において、前記底板は、水晶材料から成ることを特徴とする。

請求項 6 の発明は、下部電極膜を兼ねる導体から成る底板の面上に積層された誘電体膜と、薄肉部及び該薄肉部を包囲する厚肉部から成る検出片と、該検出片の薄肉部の下面又は上面の少なくとも一部に形成された上部電極膜と、を備え、該検出片の厚肉部下面を底板面上に密着固定することにより薄肉部と底板との間に微小ギャップから成る気密空間を形成した圧力センサにおいて、前記検出片は、水晶材料から成ることを特徴とする。

底板を導体にて構成することにより、下部電極膜を省略してもよい。

#### 【0006】

##### 【発明の実施の形態】

以下、本発明を図面に示した実施の形態により詳細に説明する。

図 1 (a) 及び (b) は本発明の一実施形態に係るタッチモード容量型圧力センサの全体構成を示す縦断面図、及びその A-A 断面図である。

このタッチモード容量型圧力センサ（以下、圧力センサ、という）1 は、セラミック等の絶縁体から成る容器 20 内に收容された構成を備えている。セラミック容器 20 は、底板 21 と、底板 21 の周縁から立ち上がった 4 つの側壁 22 と、側壁 22 によって形成される上部開口に固定され且つ通気孔 23 a を備えた上蓋 23 と、から概略構成されている。

このようにセラミック容器 20 内に收容された状態の圧力センサ 1 は、自動車等の車両のタイヤ内の適所にトランスポンダーに組み付けられた状態で固定配置されて使用される。トランスポンダーは、アンテナコイルを備え、車両側のアンテナから出力された電磁波によってアンテナコイルに誘起される電流によって圧力センサを作動させ、測定された圧力情報を電磁波として車両側へ出力する。タイヤ内の空気圧は、上蓋 23 の開口 23 a を介して容器 20 内の圧力センサ 1 の薄肉部 10 a に加わり、大気圧に設定された気密空間 S 内の圧力を越えた圧力が加わった場合に薄肉部 10 a を撓み変形させる。

この圧力センサ 1 は、セラミック容器 20 の底板（絶縁板）21 の面上に下部電極膜 2 を介して密着積層された誘電体膜 3 と、薄肉部 10 a、該薄肉部 10 a を包囲する厚肉部 10 b を備えた検出片 10 と、検出片 10 の薄肉部 10 a 下面から厚肉部 10 b にかけて形成された上部電極膜 11 と、を備え、検出片 10 の

厚肉部下面を上部電極膜 11 を介して絶縁体 21 面上に密着固定することにより薄肉部 10a に相当する凹陷部 10A を気密空間 S としている。

本発明の圧力センサ 1 の特徴的な構成は、検出片 10 を水晶、特に AT カット水晶板から構成した点にある。

この実施形態では、気密空間 S を形成するために、薄肉部 10a に相当する検出片 10 の下面を凹陷部 10A としているが、後述するようにこれは一例であり、要するに誘電体膜 3 と薄肉部 10a 下面の上部電極膜 11 との間に微小ギャップ（3 μm 程度）を形成して気密空間とすることができれば、どのような構成であっても差し支えない。

#### 【0007】

この実施形態では、セラミック等の絶縁板 21 の上面に設けた下部電極膜 2 から容器外へ引き出し電極 2a を延長形成する一方で、検出片 10 の下面に形成した上部電極 11 から容器外へ引き出し電極 11a を延長形成する。両引き出し電極 2a、11a から通電し、気密空間及び誘電体膜 3 を介して対向配置された上下電極膜 11、2 間の容量値の変化にもとづいて外部の圧力を算出することが可能となる。

即ち、コンデンサの容量値 C は、次式

$$C = \epsilon \cdot (S / d)$$
（ $\epsilon$ ：誘電体の誘電率、S：電極の面積、d：電極の間隔）で表される。

つまり、電極膜 2、11 間の間隔 d を狭く（広く）設定すると、容量値 C が大きく（小さく）なる。一方、対向する 2 つの電極膜の対向面積を大きくすると、容量値 C が大きく（小さく）なるという性質を有する。

上記のごとき構成を備えた圧力センサ 1 を容器 20 内に組み込んだ状態で大気中に配置すると、気密空間 S 内は大気圧と同様の気圧に設定されている。外部の気圧が気密空間 S 内の気圧と同じ場合には、図 2（a）に示すように、気密空間内の気圧は外気と釣り合っているためダイヤフラムとしての薄肉部 10a は変形しない。一方、外部の気圧が気密空間内気圧よりも高くなった場合には、図 2（b）に示すように薄肉部 10a は変形して誘電体膜 3 に近接する。図 2（c）（d）は、外部圧力の多寡に応じて、薄肉部 10a と誘電体膜 3 との接触面積 S が変



化する状態を示しており、(c)に示した接触面積 $S_1$ の時と、(d)に示した接触面積 $S_2$ の時( $S_1 < S_2$ )の容量値 $C_1$ 、 $C_2$ とを比較すると、

接触面積が $S_1$ の場合には、 $C_1 = \epsilon \cdot (S_1 / d)$  となり、

接触面積が $S_2$ の場合には、 $C_2 = \epsilon \cdot (S_2 / d)$  となる。

このように外部圧力が、気密空間 $S$ の圧力(大気圧)よりも大きくなると、薄肉部10a(ダイヤフラム)が変形し、上部電極膜11が誘電体膜3と接触するので、このときの上部電極膜11と誘電体膜3との接触面積の変化を容量値として検出して圧力をセンシングすることが可能となる。

なお、図1、図2に示した圧力センサ1は、底板21として絶縁板としてのセラミックを用いたが、絶縁板としてはセラミック以外にも、ガラス、水晶、その他あらゆる材料を用いることができる。底板21として水晶材料を用いた場合には、検出片10を構成する水晶材料と熱膨張係数が一致するため、熱歪みによる悪影響を無くする利点がある。

また、底板21として絶縁材料に代えて、金属等の導電材料を用いることもできる。この場合には、底板上に下部電極膜2を形成せずに、導電体としての底板21自体を下部電極として利用することができる。

#### 【0008】

次に、図3は本発明の圧力センサの変形実施形態を示す断面図であり、この実施形態では、底板21として0.25mm程度の肉厚の水晶板を用い、この水晶製底板21の上面に設けた凹所5を覆うように、水晶製の検出片10を底板上面にエポキシ接着剤等の接着剤6によってシーリングして密着固定している。従って、凹所5内は深さ3 $\mu$ m程度の気密空間 $S$ となっている。凹所5の内壁を含む底板21面にはCu-A1等から成る下部電極膜2を形成し、下部電極膜2の一端部に導電性接着剤7を塗布して電気端子としている。また、上部電極膜11の一端寄りにも導電性接着剤12を塗布して電気端子とする。

なお、この実施形態では、水晶板である検出片10の上面にのみ凹陷部10Aを形成して下面を平坦面として5 $\mu$ m程度の薄肉の薄肉部10aを形成し、薄肉部10aの外周を厚肉部10bにて支持している。検出片10の上面には、Cu-A1等から成る上部電極膜11を成膜している。この実施形態では、誘電体膜

を格別に設けておらず、水晶から成る薄肉部をダイヤフラムとして利用すると同時に誘電体膜としても兼用している点が特徴的である。即ち、外部気圧が気密空間 S 内の気圧を上回った場合に、薄肉部 10a が下方に撓んでその下面が下部電極膜 2 に接触したときの薄肉部下面と下部電極膜 2 との接触面積の変化を容量値として検出して外部圧力をセンシングすることが可能となる。

上記実施形態では、底板 21 の面上に凹所 5 を形成し、検出片 10 の下面を平坦面としたが、これとは逆に底板 21 の面上を平坦面とし、対向する検出片 10 の下面に凹陷部を形成してもよい。

なお、上記実施形態では、格別の誘電体膜を配置せずに、薄肉部を構成する水晶板を誘電体として利用したが、凹所 5 内の下部電極膜 2 上に水晶以外の誘電体材料から成る格別の誘電体膜を配置し、常時に於いては薄肉部下面と誘電体膜との間が非接触となるように構成した圧力センサとしてもよい。

図 4 は図 3 の実施形態に係る圧力センサの特性を示すグラフであり、縦軸には測定された容量値 (pF) を示し、横軸には各容量値に対応した外部圧力を示している。この表からも明らかなように本実施形態によれば高い感度で外部圧力を測定できる。

#### 【0009】

次に、図 5 は本発明の他の実施形態に係る圧力センサの断面図であり、この圧力センサ 1 は、セラミック、ガラス、水晶等の絶縁材料から成る厚さ 0.25 mm 程度の底板 21 の上面に形成した凹所 5 (深さ 3  $\mu$ m 程度) を塞ぐように、上面に凹陷部を有し且つ下面が平坦な水晶製の検出片 10 を配置して接着剤 6 により気密封止した構成を備える。検出片 10 は、上面に凹陷部を有し、凹陷部底部を薄肉部 10a とした構成を備えている。薄肉部 10a の底面には、上部電極膜 11 が形成され、この上部電極膜 11 は底板 21 上に設けた他の電極膜 8 (下部電極膜 2 とは電氣的に隔離) と電氣的に接続されている。底板 21 の上面から凹所 5 の内壁及び内底面にかけて下部電極膜 2 が成膜され、凹所内底面の下部電極膜上には SiO<sub>2</sub> 等の誘電体膜 3 (厚さ 2000~5000 Å) が検出片の下面と非接触状態で配置されている。従って、検出片 10 の下面の上部電極 11 と誘電体は気密空所 S 内の誘電体膜 3 と所定のギャップを隔てて対向している。更に

、誘電体膜 2 の下方には下部電極膜 2 が位置している。

以上の構成に於いて、外部気圧が気密空間 S 内の気圧を上回った場合に、薄肉部 10 a が下方に撓んで上部電極 11 の下面が誘電体膜 3 に接触したときの上部電極 11 と誘電体膜 3 との接触面積の変化を容量値として検出して外部圧力をセンシングすることが可能となる。

#### 【0010】

上記した本発明の各実施形態に共通する構成上の特徴は、検出片 10 の材料としてシリコンに代えて、水晶を使用した点にあり、本発明の優位性は次の点にある。

まず、水晶は、シリコンに比べて物性的に安定した素材であり、経年変化が少なく、機械変形による再現性が高い（ヒステリシスが少ない）。

次に、水晶によれば、ダイヤフラムとしての薄肉部 10 a の肉厚を厳密に管理することが容易である。即ち、薄肉部を目標肉厚に加工するためには、まず水晶板に対するエッチングによって薄肉部 10 a を形成した後で、薄肉部 10 a に電極を付着させて通電して薄肉部の固有周波数を測定することにより目標周波数（目標肉厚）と比較する。目標周波数と一致しない場合には、目標周波数に達するまで微調エッチングを行う。その結果、個片毎に薄肉部の肉厚差のない均一板厚のダイヤフラムを得ることができる。

なお、水晶等の圧電材料の薄肉部 10 a の肉厚を微調整するためにその固有周波数を測定する技術は、例えば特開平 06-021740 号公報に開示されているように、本出願人による超薄板圧電振動子の加工技術として周知であり、この技術をそのまま応用することができる。

本発明の圧力センサは、タイヤ等の閉空間内の気体の圧力変化を測定する以外にも、流体一般の圧力測定に適用することができる。

#### 【0011】

##### 【発明の効果】

本発明によれば、タッチモード容量型圧力センサにおいて、従来、検出片を構成する素材として利用されたことが無く、しかもその有用性を当業者さえ気づくことがなかった素材である水晶（AT カット）を圧力センサの検出片として利用

することにより、シリコン製の検出片を用いた圧力センサの欠点であったエッチング精度が低いことによるダイヤフラムの厚みコントロールの困難化、それによる検出精度の低下、及び弾性変形における繰り返し再現性の悪さ、を夫々解消することができる水晶式圧力センサを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

(a) 及び (b) は本発明の一実施形態に係るタッチモード容量型圧力センサの全体構成を示す縦断面図、及びその A-A 断面図。

【図 2】

(a) 乃至 (d) は図 1 の圧力センサの動作説明図。

【図 3】

本発明の他の実施形態に係る圧力センサの構成を示す断面図。

【図 4】

図 3 の圧力センサの特性を示す図。

【図 5】

本発明の他の実施形態に係る圧力センサの構成を示す断面図。

【図 6】

従来例の説明図。

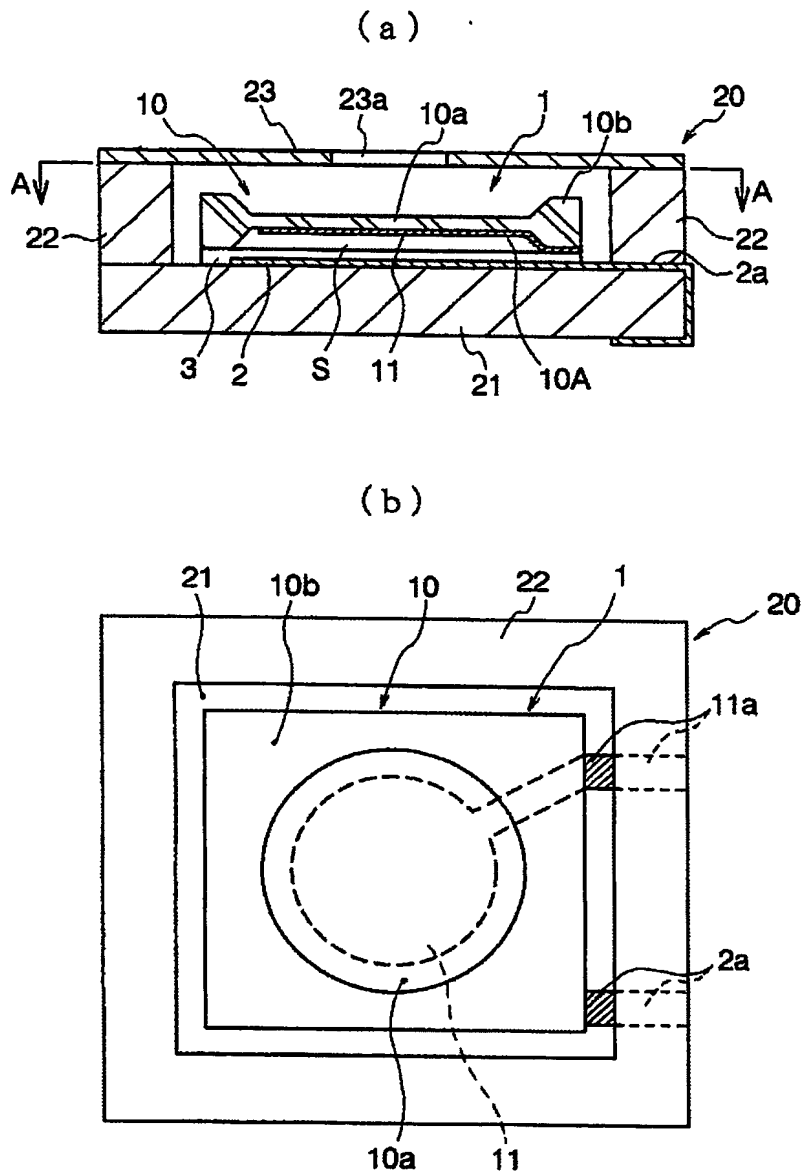
【符号の説明】

1 タッチモード容量型圧力センサ（圧力センサ）、2 下部電極膜、3 誘電体膜、5 凹所、6 接着剤、10 検出片、10a 薄肉部、10b 厚肉部、10A 凹陷部、11 上部電極膜、20 容器、21 底板、22 側壁、23 上蓋。

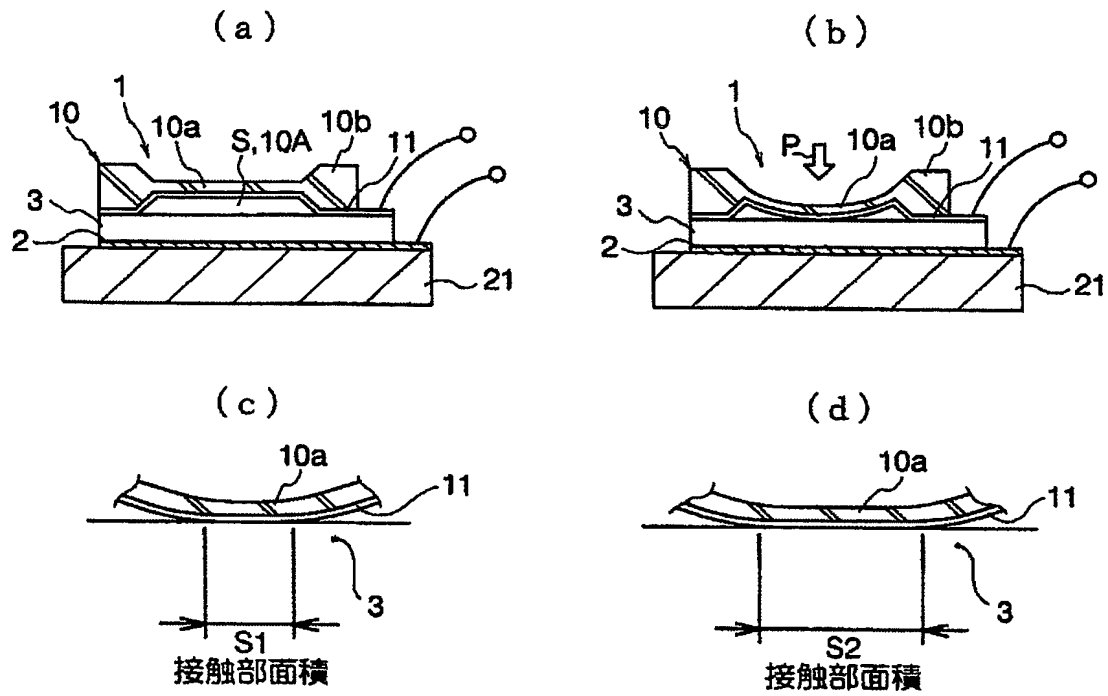
【書類名】

図面

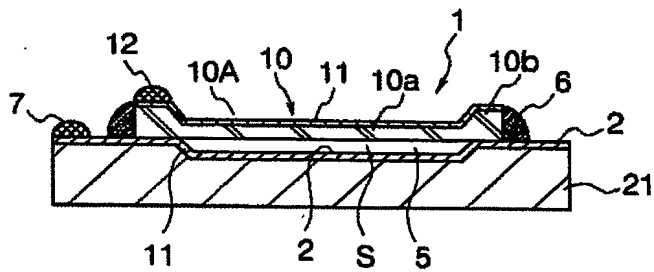
【図 1】



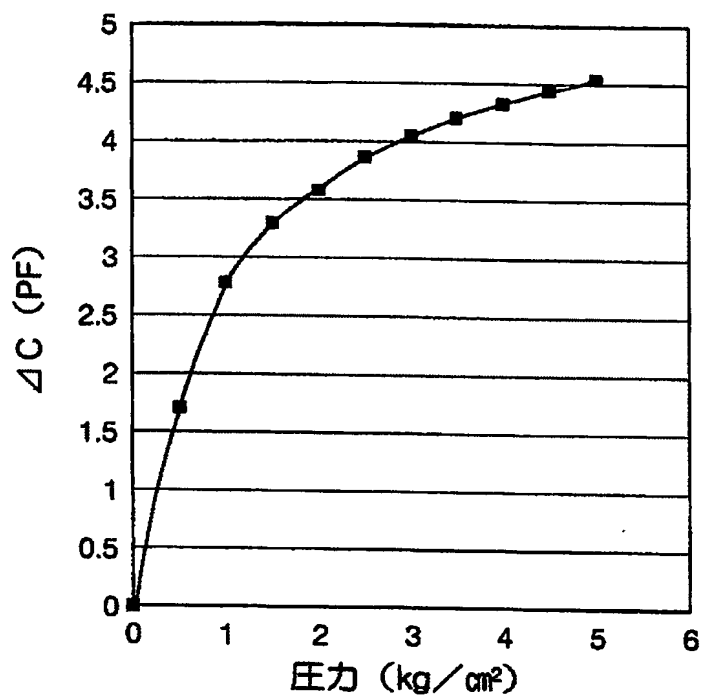
【図 2】



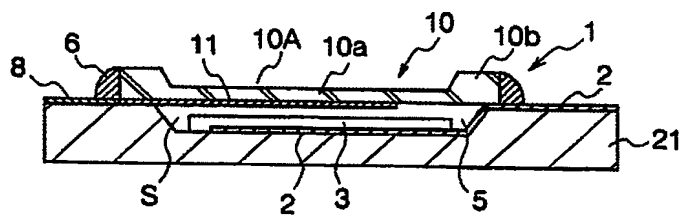
【図 3】



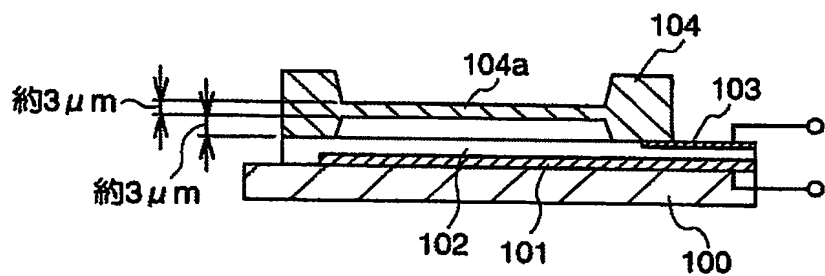
【図4】



【図5】



【図6】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 タッチモード容量型圧力センサにおいて、水晶を圧力センサの検出片として利用することにより、シリコン製の検出片を用いた圧力センサの欠点であったエッチング精度が低いことによるダイアフラムの厚みコントロールの困難化、それによる検出精度の低下、及び弾性変形における繰返し再現性の悪さ、を夫々解消することができる水晶式圧力センサを提供する。

【解決手段】 絶縁材料から成る底板と、該底板の面上に順次積層された下部電極膜及び誘電体膜と、該誘電体膜と対向する位置に薄肉部を備えるとともに底板の面上に固定された検出片と、該薄肉部の少なくとも一部に形成され且つ下部電極膜と対向する位置関係にある上部電極膜と、を備え、該検出片の下面と該誘電体膜との間に微小ギャップの気密空間を備えた圧力センサにおいて、前記検出片は、水晶材料から成ることを特徴とする。

【選択図】 図 1



認定・付加情報

特許出願の番号	特願2003-191066
受付番号	50301110504
書類名	特許願
担当官	第一担当上席 0090
作成日	平成15年 7月 4日

<認定情報・付加情報>

【提出日】 平成15年 7月 3日

特願 2003-191066

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[000003104]

1. 変更年月日

2002年 6月28日

[変更理由]

住所変更

住 所

神奈川県川崎市幸区塚越三丁目484番地

氏 名

東洋通信機株式会社